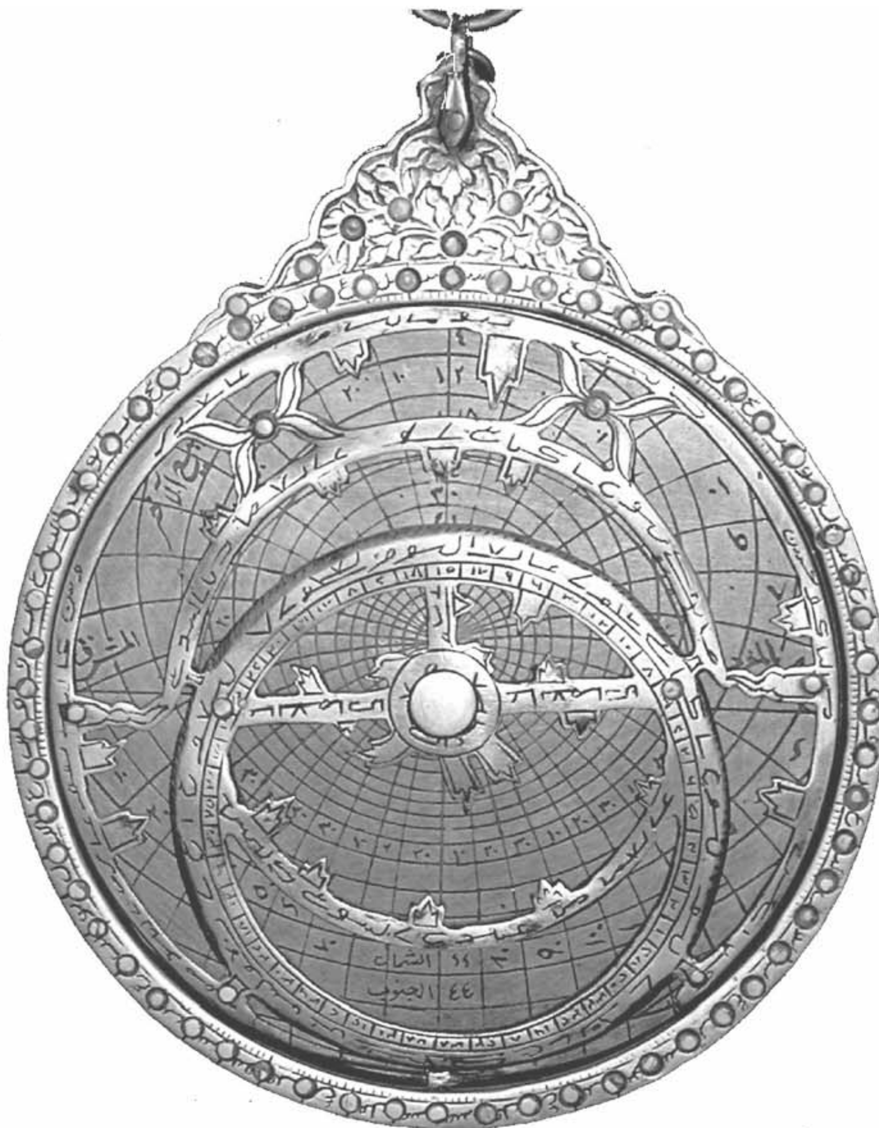
HERBERT PITLIK

ASTROLABIEN

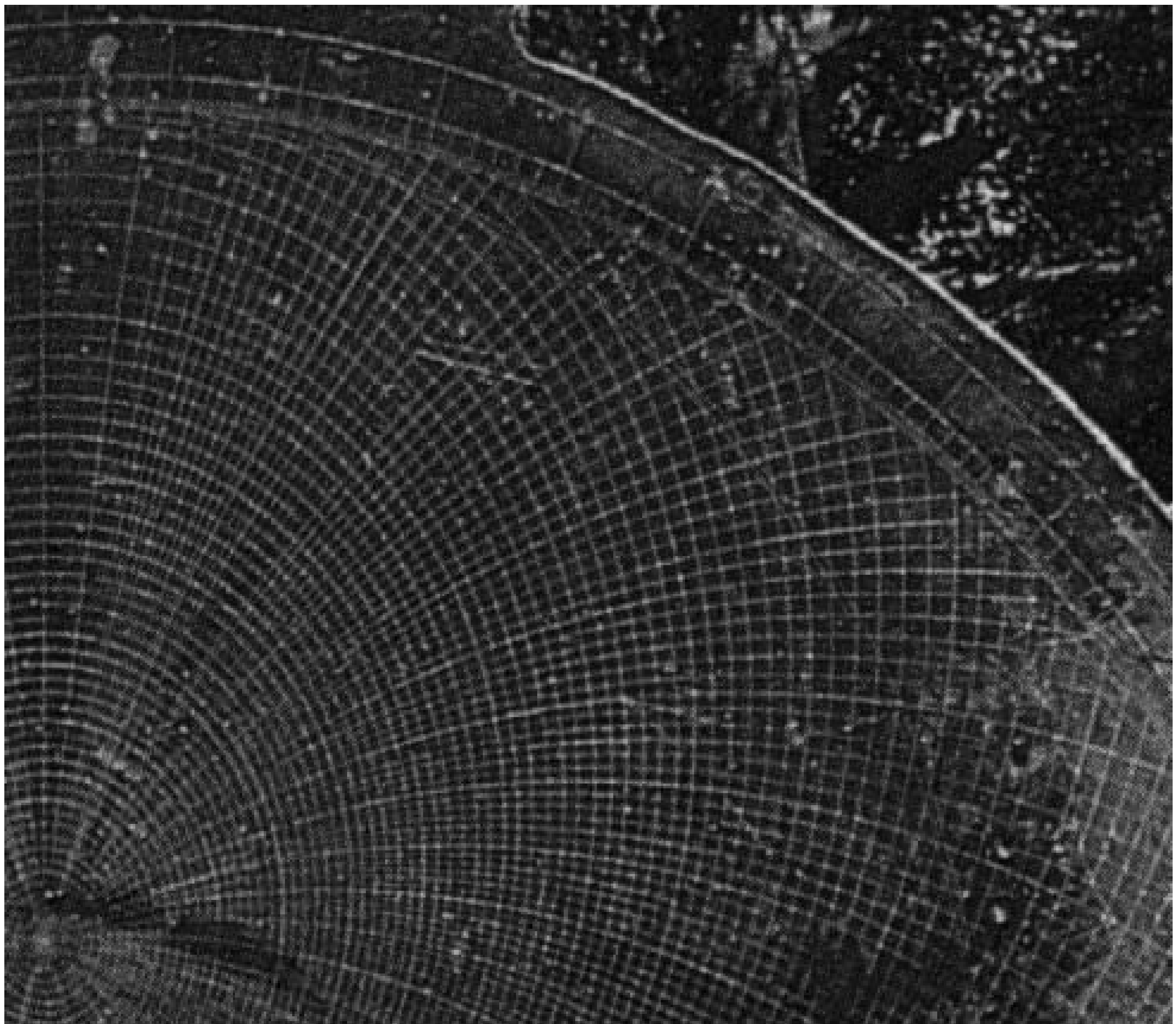


Islamische Astrolabien

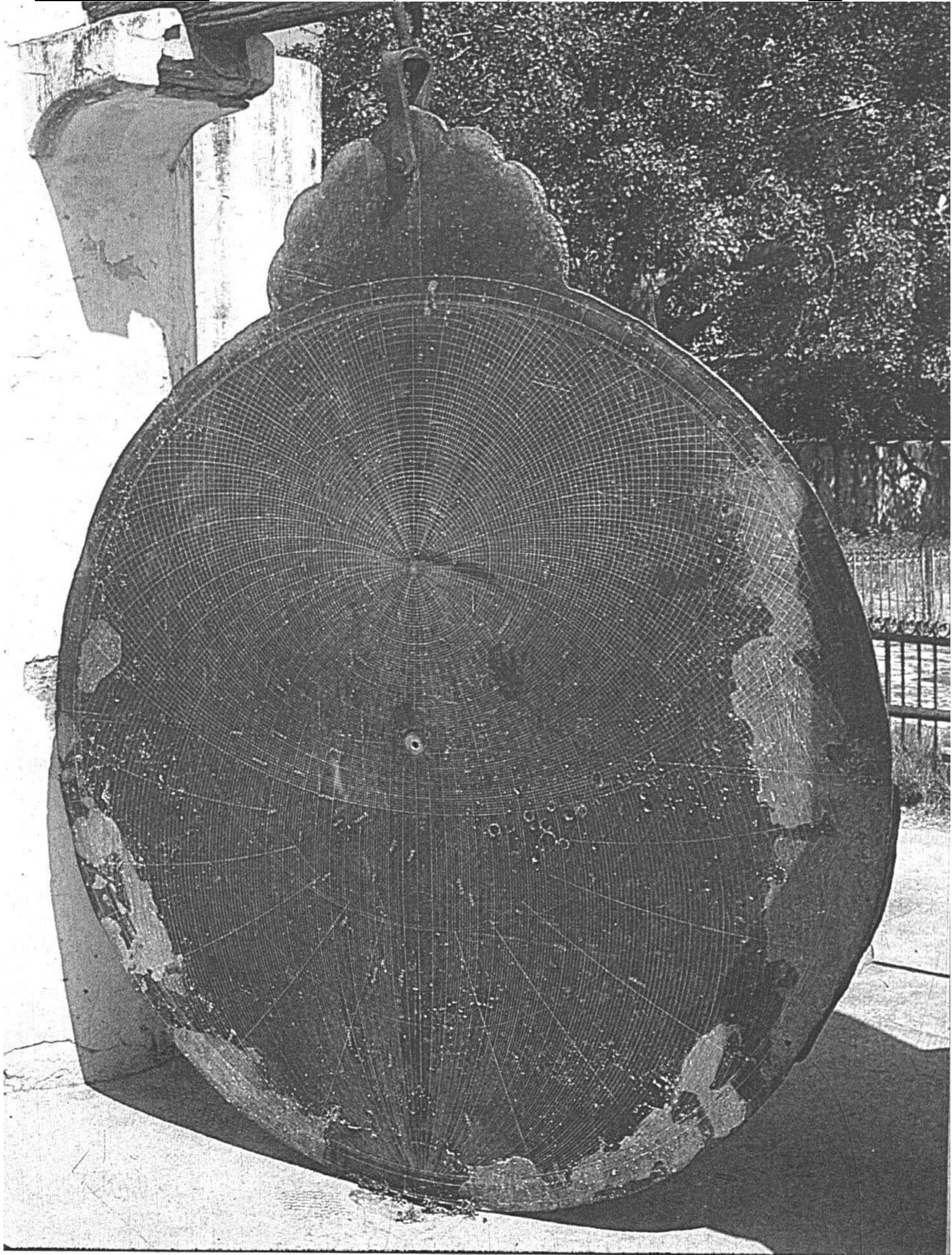
Studie von Ing. Herbert Pitlik, Wien

In der heutigen Zeit in der Ortsbestimmungen durch GPS und Zeitbestimmung mittels Quarzuhren sowie Weltraumflüge zur Selbverständlichkeit gehören, geht allmählich das Wissen über die Grundlagen der Entwicklung astronomischer Instrumenten früherer Zeit verloren. Einen der wesentlichsten Beiträge leisteten islamische Gelehrte durch die Erfindung des Astrolabiums, als Vorgänger des später im Westen eingeführten Sextanten zur Ortsbestimmung zur See.

Im Zuge der Verbreitung des Islam über Nordafrika bis Spanien, gelangte auch das Wissen über diese Art der Instrumente in den Westen. In Sammlungen wird zwischen Astrolabien islamischer und westlicher Herkunft unterschieden. Letztere weisen in der Regel eine Dezimalteilung am Limbus auf, welche zur Messung der Gestirnshöhen dienen. Auf islamischen AL befinden sich meist auch Teilungen zur Zeitbestimmung. Als Beispiel auch auf dem Jajpur (Indien) noch vorhandenem Exemplar YANTRA RAY. (Siehe Gesamtansicht).



Beachten Sie die Teilung am Rand in jeweils **sechs** Teile. Ein Hinweis auf die Messung einer Zeitspanne. Dazu : Vom Horizont Ost bis West durchläuft (scheinbar) die Sonne 180° in 12 Stunden bzw. 720 Minuten. 720 : 180 ergibt : In **4 Zeitminuten** verändert sich (scheinbar) der Stand der Sonne um **1 °**.



Gesamtansicht

Zu den bedeutensten Sammlungen gehört jene des National Marine Museums in Greenwich (London) als zweitgrößte der Welt. Die größte Sammlung befindet sich im Museum of History of Science at Oxford. Auch von Bedeutung ist die private „Hoffmann Collection“.

In der Österr. Nationalbibliothek sind unter Sig.: 1,158.459-C.K unter dem Titel: *The Astrolabes of the world*, (GUNTHER Robert) 1976 in London by The Holland Press erschienen, in einem dickbändigem Buch alle weltweit bekannten Astrolabien im Detail beschrieben und großteils mit Fotos dokumentiert.

Insgesamt wurden 153 der weltweit bekannten Astrolabien (Eastern astrolabes) arabischer Herkunft katalogisiert. Diese Astrolabien wurden mit römischen Ziffern aufsteigend vom ältesten beginnend bezeichnet.

Ein Exemplar (XXII ?) ist im Technischen Museum in Wien ausgestellt. Dieses Astrolabium ist mit dem Entstehungsdatum „vermutlich 14. Jh., Herkunft Spanien“ datiert, hat aber bereits eine „Dezimalteilung“.

Die Handhabung solcher Instrumente ist, soweit es die Gestirnsmessung betrifft (ähnlich der des Sextanten) noch bekannt. Weniger jedoch finden sich Hinweise, wie seinerzeit die verschiedenen "Platten" graviert bzw. konstruiert wurden. Im Folgenden soll anhand eines aus dem Nachlaß eines syrischen Sammlers stammendem (noch nicht erfaßtem) islamischem Astrolabium die Konstruktion von Platten zu verschiedenen Breitegraden erklärt werden. Dies wurde möglich, da sich bei den Platten auch eine Konstruktionsplatte zur Erstellung von Bögen befindet.

Besondere ähnliche Merkmale mit dem gegenständlichen Astrolabium (auf der Mater befindet sich die **Datierung 1128 AH**), lassen sich bei folgenden dokumentierten Astrolabien feststellen :

AL Nr. XXII u. XXIII, Herg. von AHMAD and MAHMUD of ISFAHAN in Persien . Die Ähnlichkeit bezieht sich vorwiegend auf die Form und die Dekorationen. Auch bei den AL XXIV, Herg. von AHMED IBN MOHAMED of ISFAHAN in Persien (Hoffmann Collection Nr. 28 undatiert) und XXV, Herg. von MOHAMMAD IBN ABI BEKR IBN MOHAMMAD AL RASHIDI AL - IBARI in Persien (1223-4) lassen sich die gleichen Ähnlichkeiten, auch mit den AL XXII und XXIII erkennen.
Nach der Zeittafel wurden im Zeitraum AH 1100 - 1132 die AL I, VII, VIII, XXVIII und XXX dem Hersteller ABD AL A-IMMA zugeschrieben.

In den Jahren AH 1136 - 1150 wurden von MUHAMMAD BEN AHMAD 9 Astrolabien hergestellt.

Das gegenständliche Astrolabium



Auf der Mater befindet sich die Datierung 1128 AH. - Der Außendurchmesser beträgt 154 mm (innen 139.5 mm), das Gesamtgewicht 1.400 g. - Unterteilt ist der Rand in 60 Teile, wobei jede Marke noch durch einen runden (D=ca. 3,2 mm) Halbedelstein verziert ist. Jeder Teil ist mit einem (Buchstaben-) Zeichen versehen und in 6 weitere Teile aufgeteilt. - Die Buchstaben wiederholen sich, wobei 5 Buchstaben jeweils 30° ergeben. - Der reche Winkel ergibt sich daher aus 15 Teilen (=3 x 30°) x 6 Teile (Unterteilung) = 90 Teile (oder nach heutiger Bezeichnung = 90°).

Bei westlichen Astrolabien ist die Aufteilung weitgehend dem Dezimalsystem 36 Teile zu 10° mit weiterer Unterteilung in 10 Teile angepaßt, bzw. vorherrschend. Auf der Innenseite der Mater sind in segmentförmiger und ringweiser Anordnung Ortsangaben, arabische Monatsbezeichnungen, einige Planetennamen und Zahlen eingraviert. Die Zeichen nach heutigen Begriffen zu indentifizieren muß Sachkundigen vorbehalten bleiben. Ebenso die Bedeutung der sich jeweils nach 30° wiederholenden Zeichen.

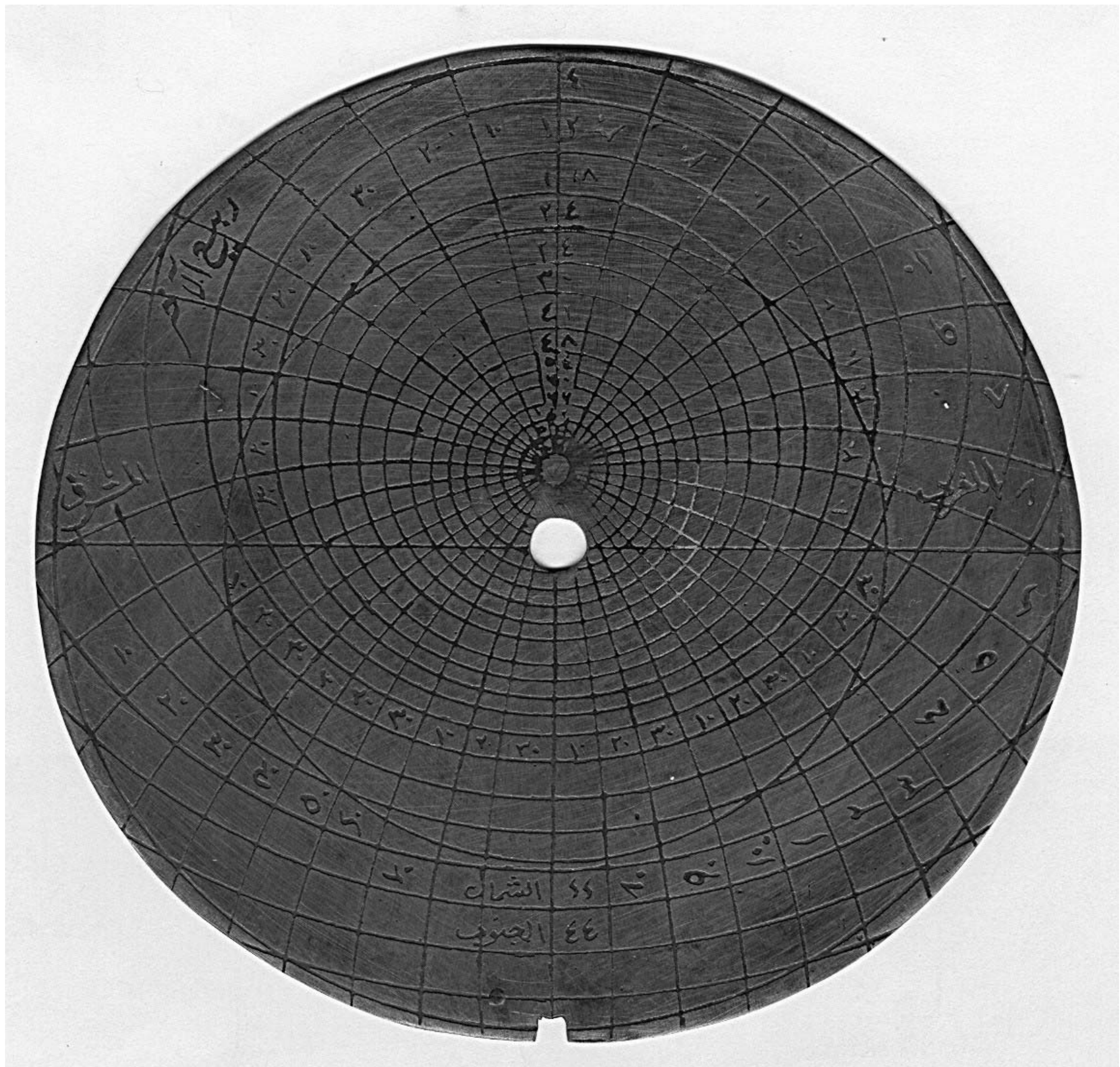


Auf der Rückseite der Mater befindet sich am Rand, (mit Ausnahme der Steinverzierung) die gleiche Teilung in 60 Einheiten (4 x 15) wie an der Vorderseite, jedoch mit dem Unterschied, daß jede dieser Einheiten in **7 Teile** unterteilt ist. Die Bedeutung dieser Teilung wäre ebenfalls noch zu klären.

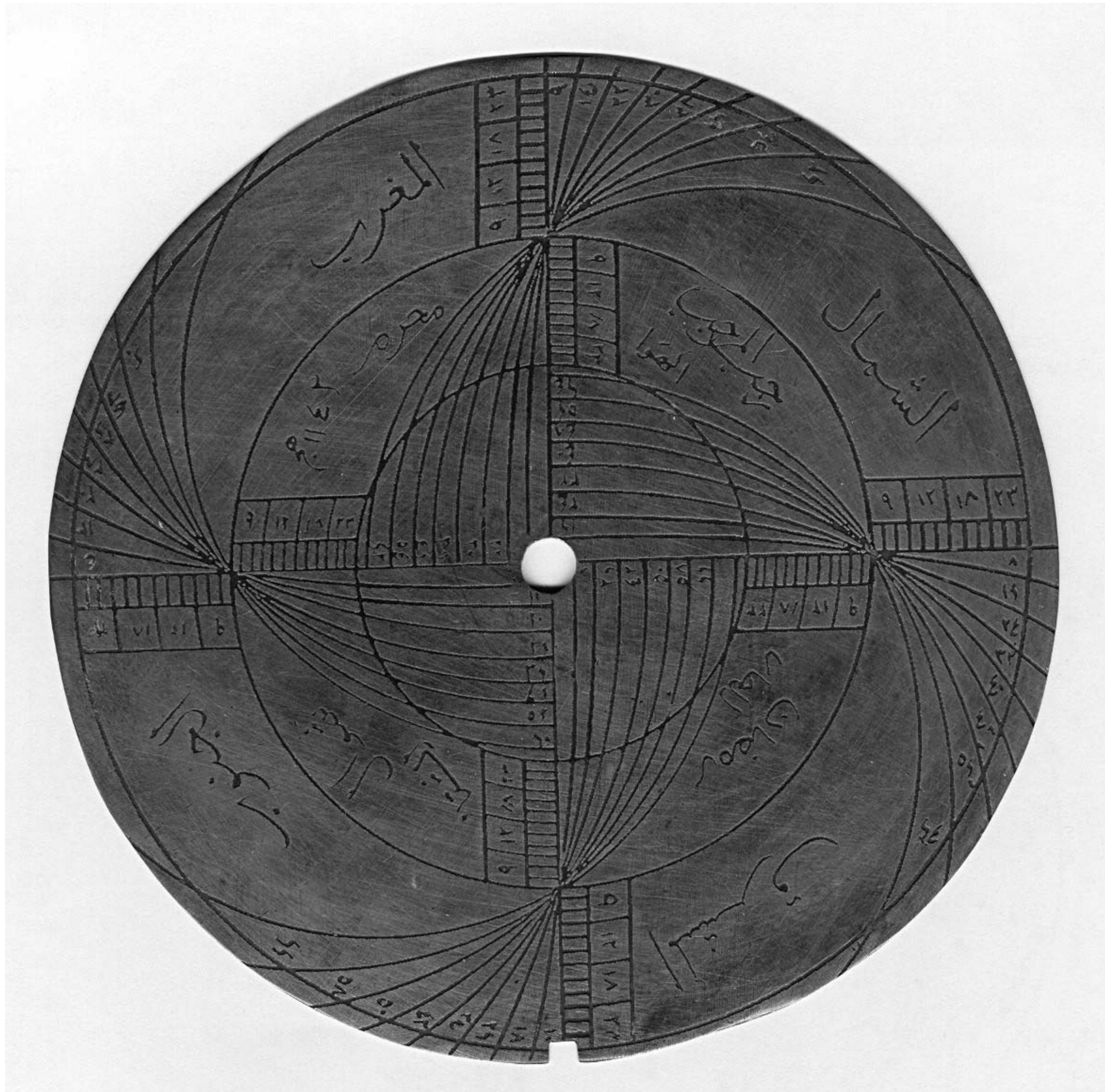
Die Fläche ist in 4 Teile aufgeteilt. - Das linke Feld oben ist in kleine Quadrate geteilt, dürfte aber nur als Verzierung dienen. Das rechte Feld (oben) ist durch Bogen in 6 Teile geteilt.

Eine weitere Besonderheit sind die beiden Skalen zur Schattenmessung, wobei links eine **12-er** - und rechts auch eine **7-er** - Teilung vorhanden ist.

Eine Platte (ohne Datierung) wurde für 44° Breite erstellt und weist nur die Horizontlinie sowie Längen- und Breiten-Teilungen (ohne Stundenteilung) auf.



Unter den Platten, alle datiert mit 1142 AH ist eine, die sich auf die Konstruktion von Bögen mit den entsprechenden Teilungs-Systemen bezieht.

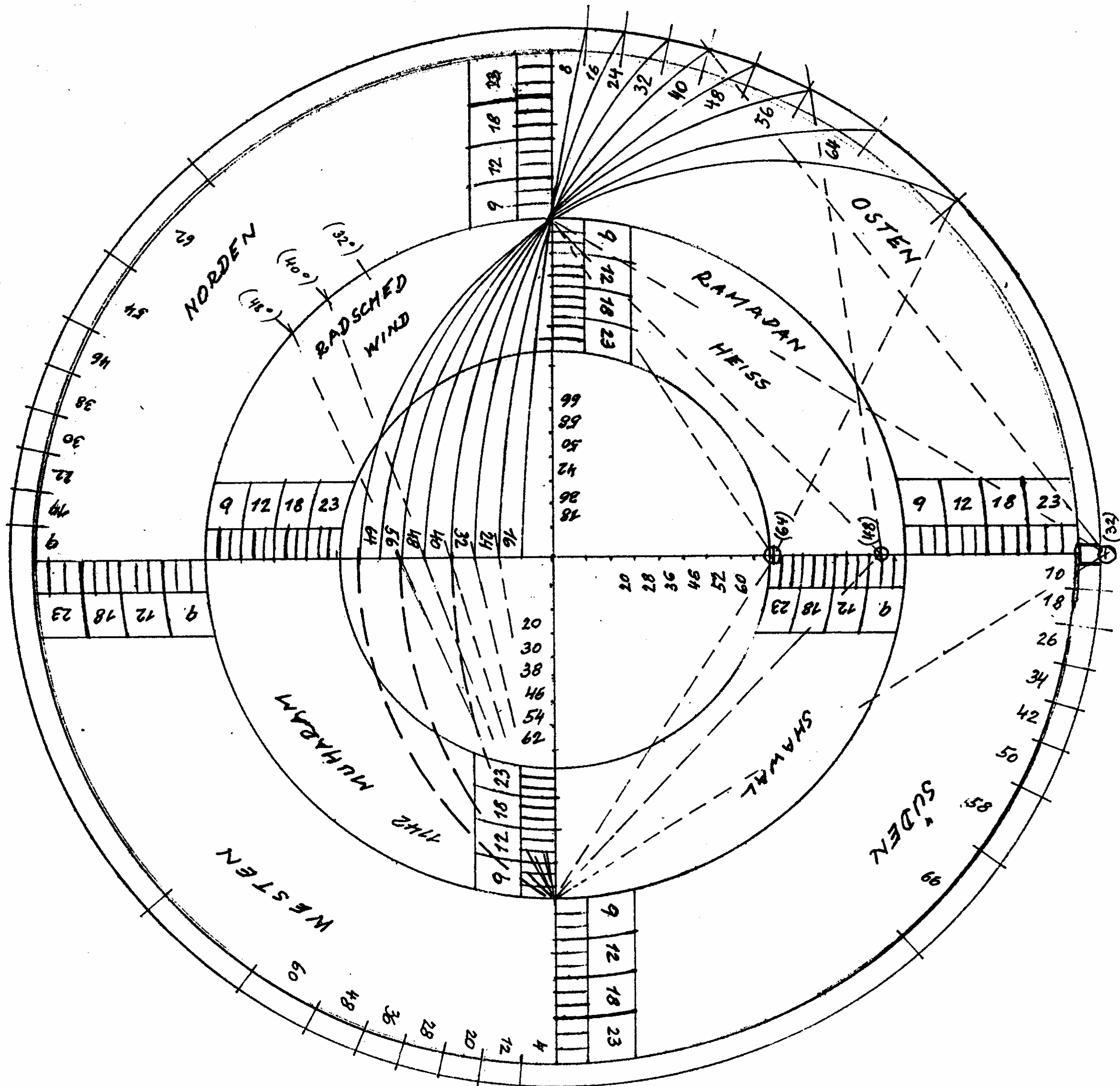


Zum besseren Verständnis sind in nachstehender Grafik die Beschriftungen dieser Konstruktionsplatte in der bei uns üblichen Schrift dargestellt.

ASTROLABIUM

Konstruktionsplatte für Bögen

Formel : R = (Sehne^2 / 8 H) + (H/2)

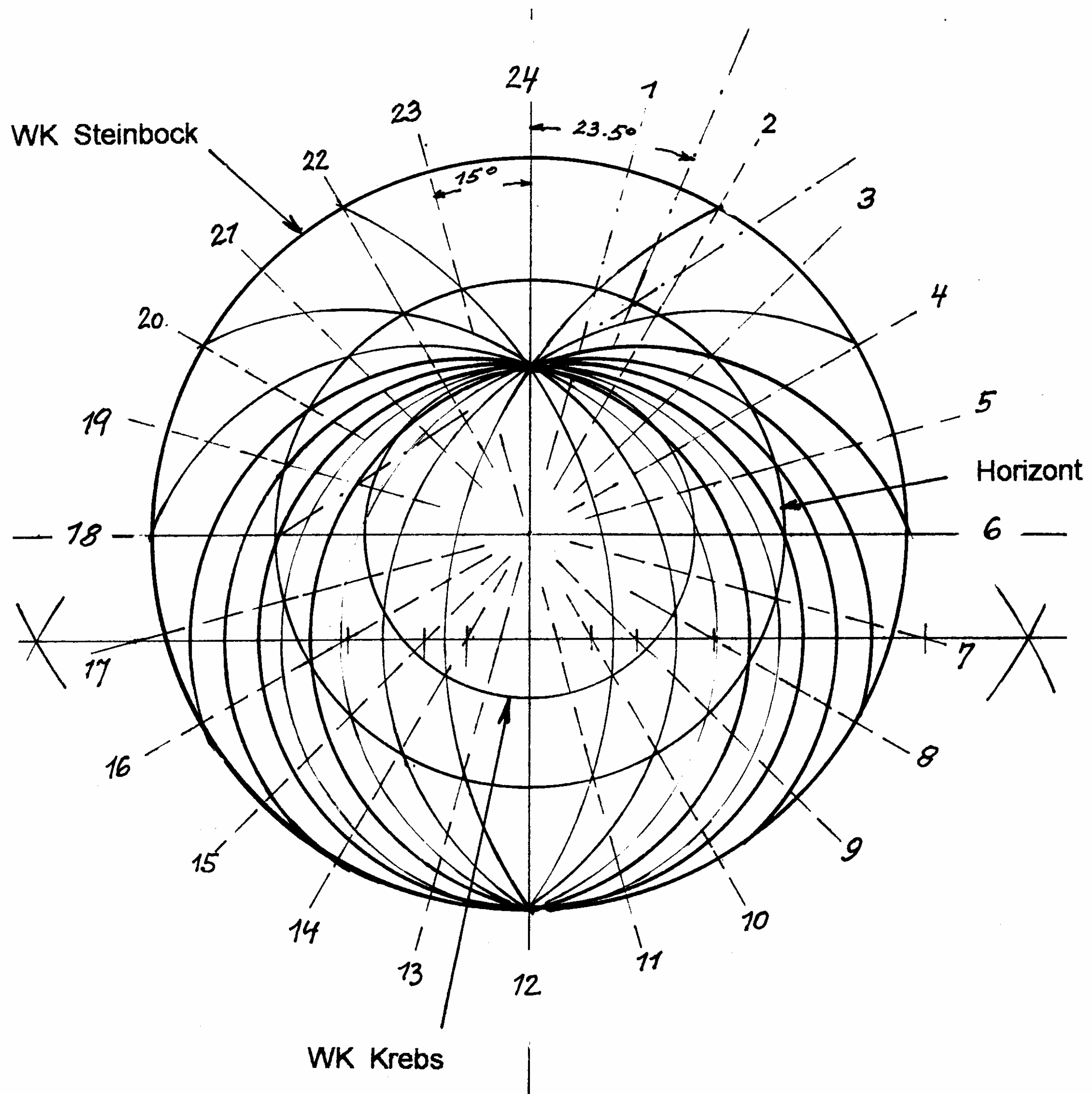


Unter Verwendung dieser Konstruktionsplatte sei an einem Beispiel die Konstruktion der Stundenbögen für eine zu gravierende Platte zu 23,5° Nord (Wendekreis) aufgezeigt.

ASTROLABIUM

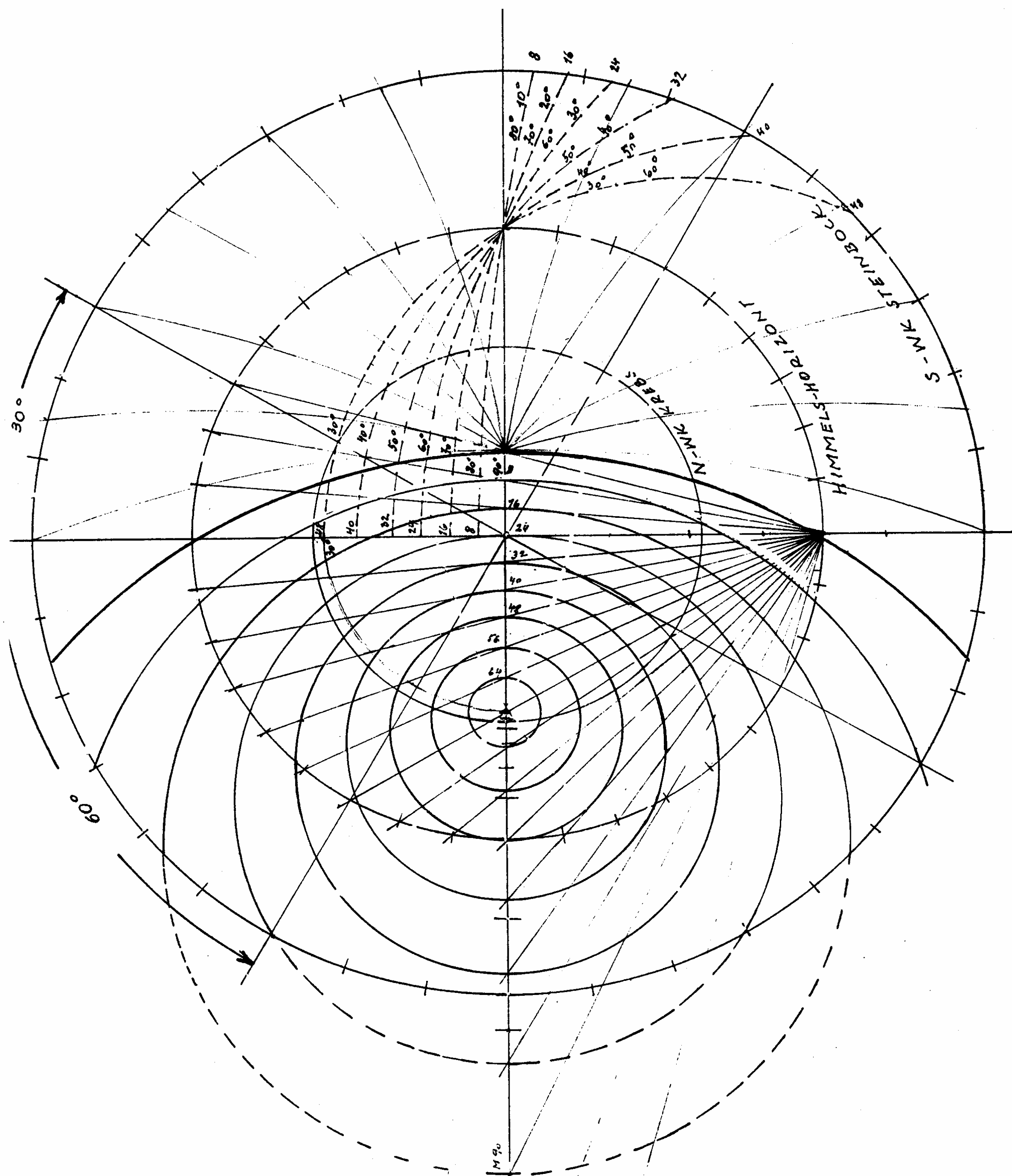
Konstruktionsplatte für Bögen

Stundenbögen für 23.5° N

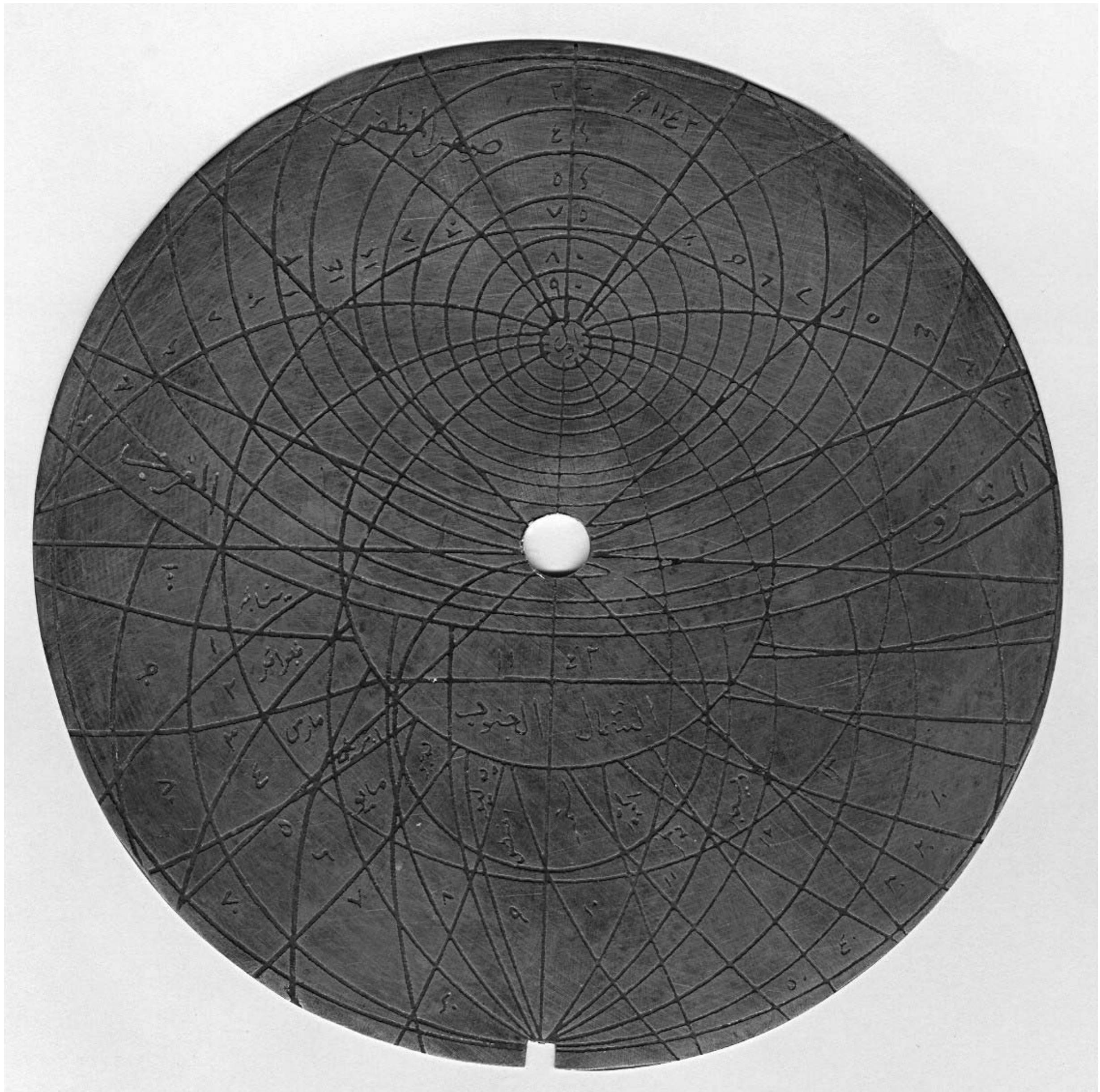


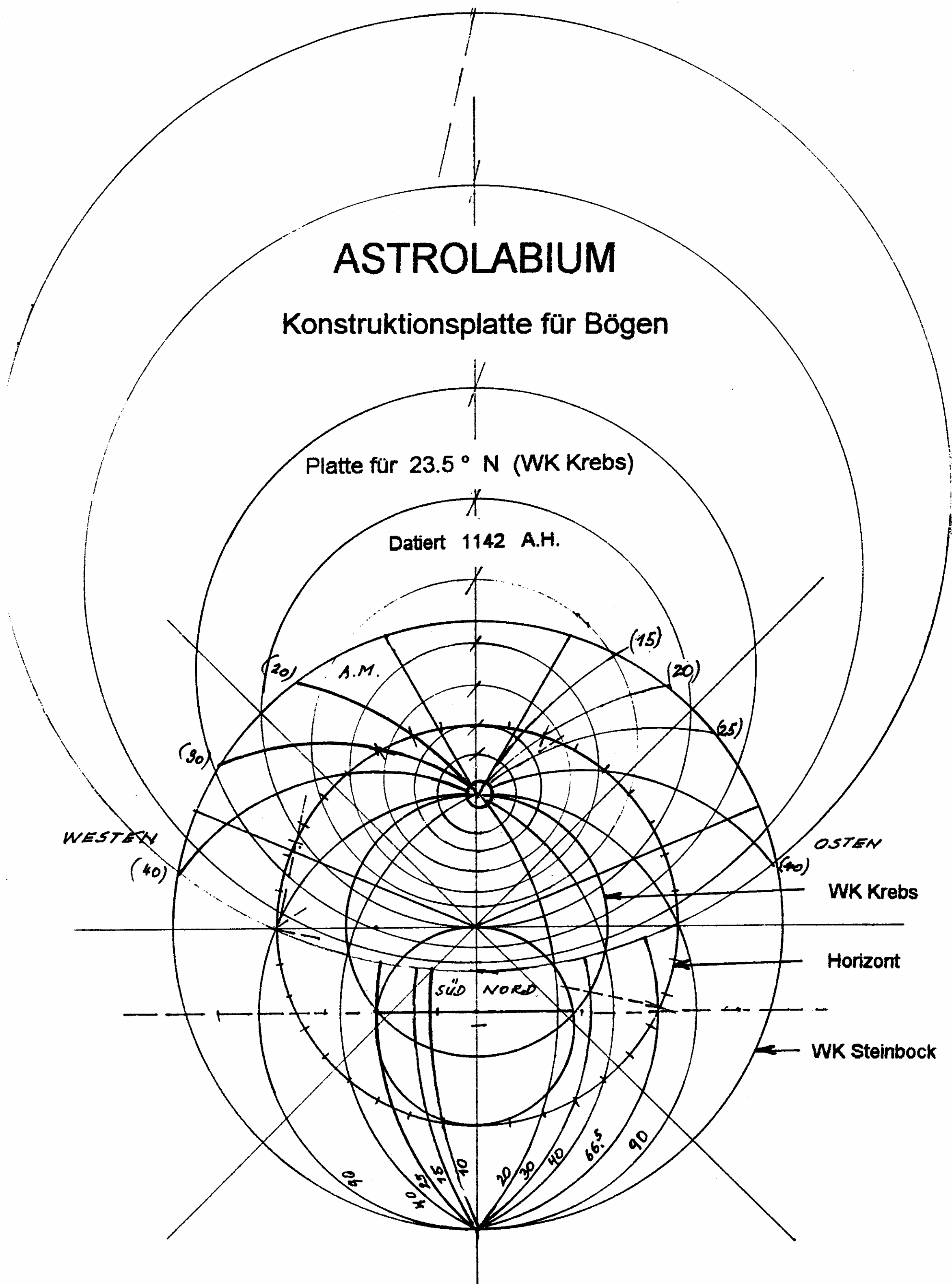
Formel : $R = (Sehne^2 / 8 H) + (H/2)$

Ein weiteres Beispiel zur Konstruktion von Bögen zu einer Platte für 30° Nord



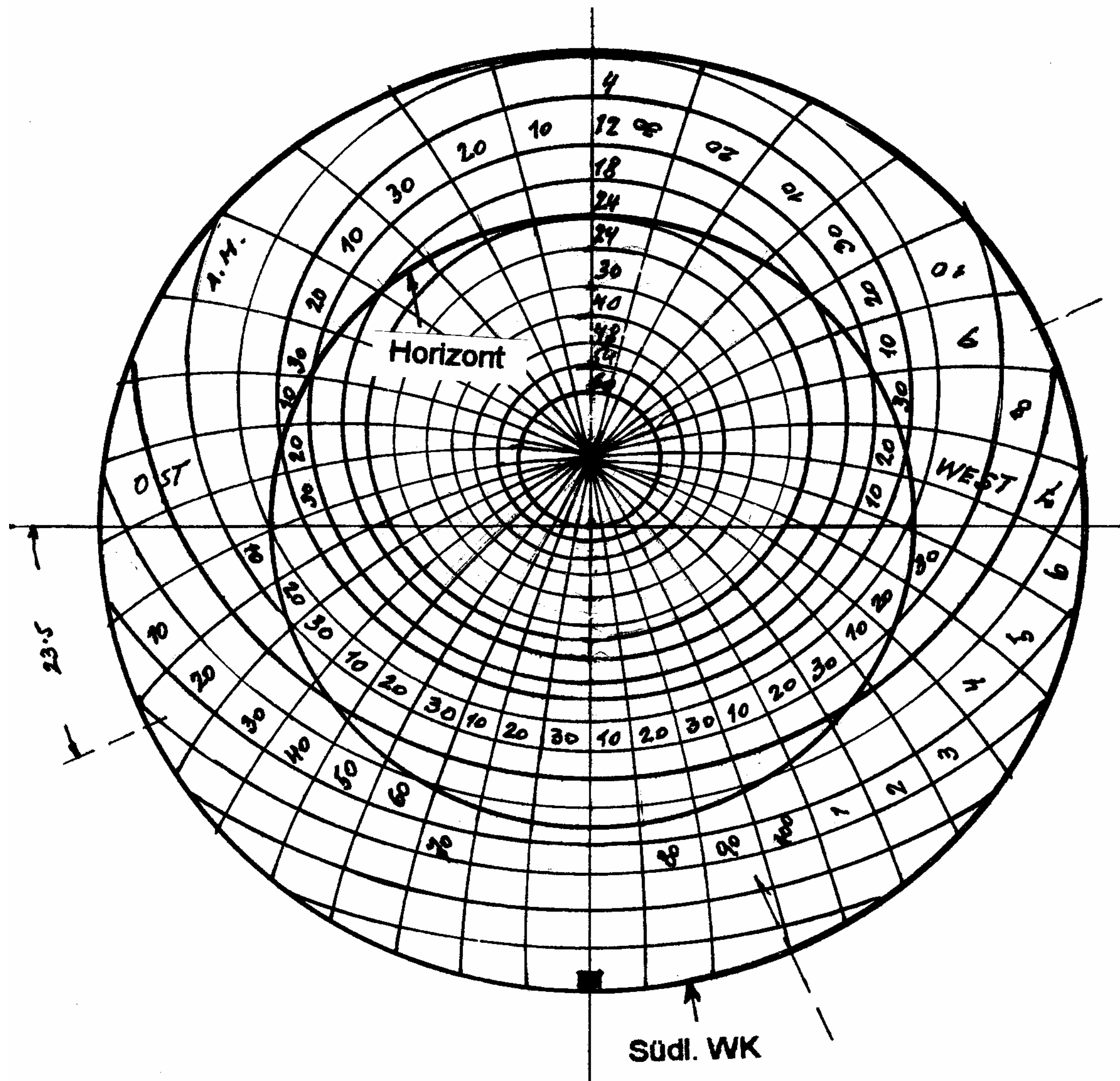
Zwei weitere Platten, datiert mit 1142 AH beziehen sich auf die Konstruktion von Platten für 23,5°. - Bei einer dieser Platten (diese sind auf unterschiedlich starken Platten weitgehend gleich graviert) dürfte es sich bei der stärkeren um die Mutterplatte, bei der dünneren um eine Platte für Schulungs- bzw. Lehrzwecke handeln.

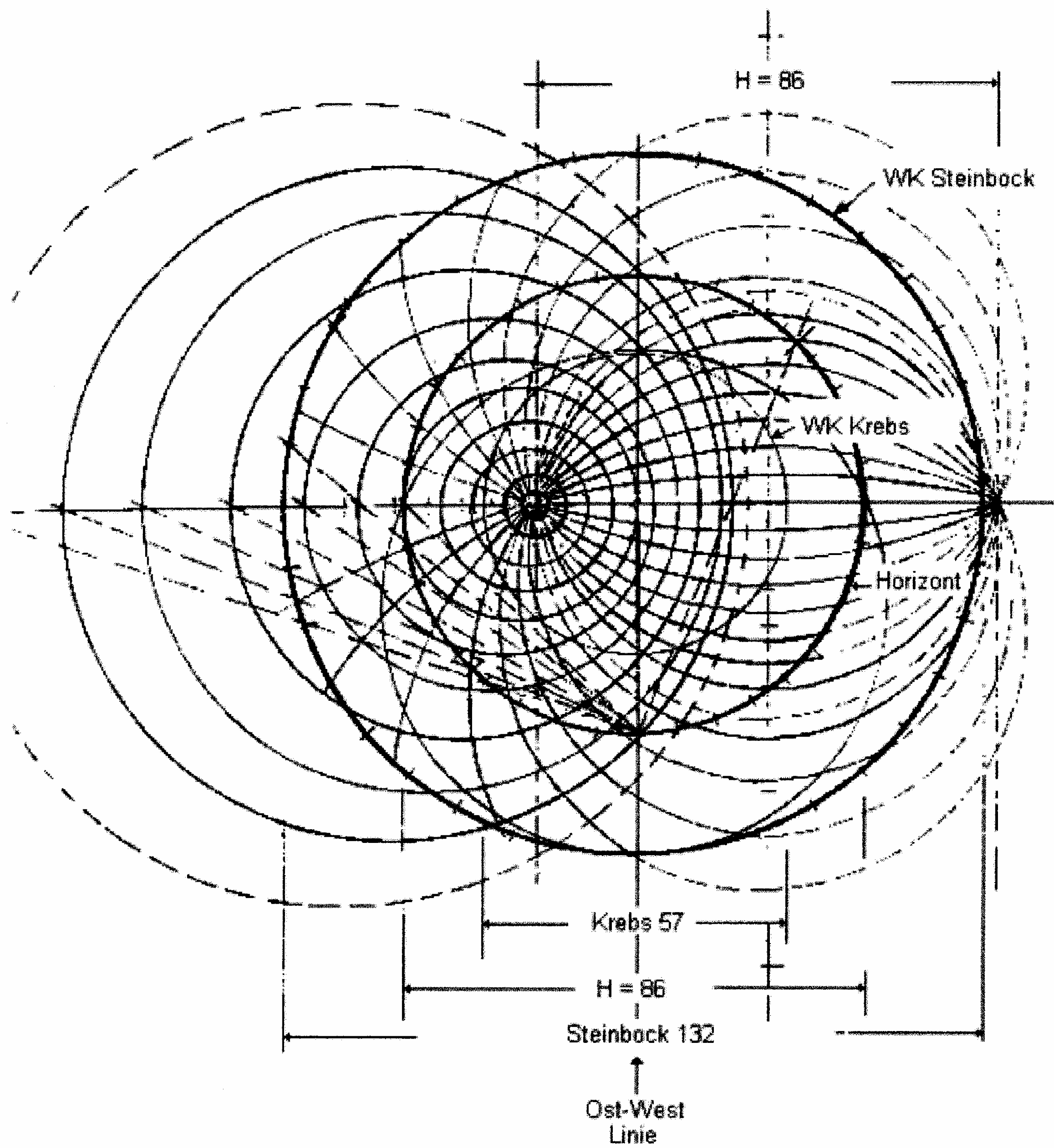


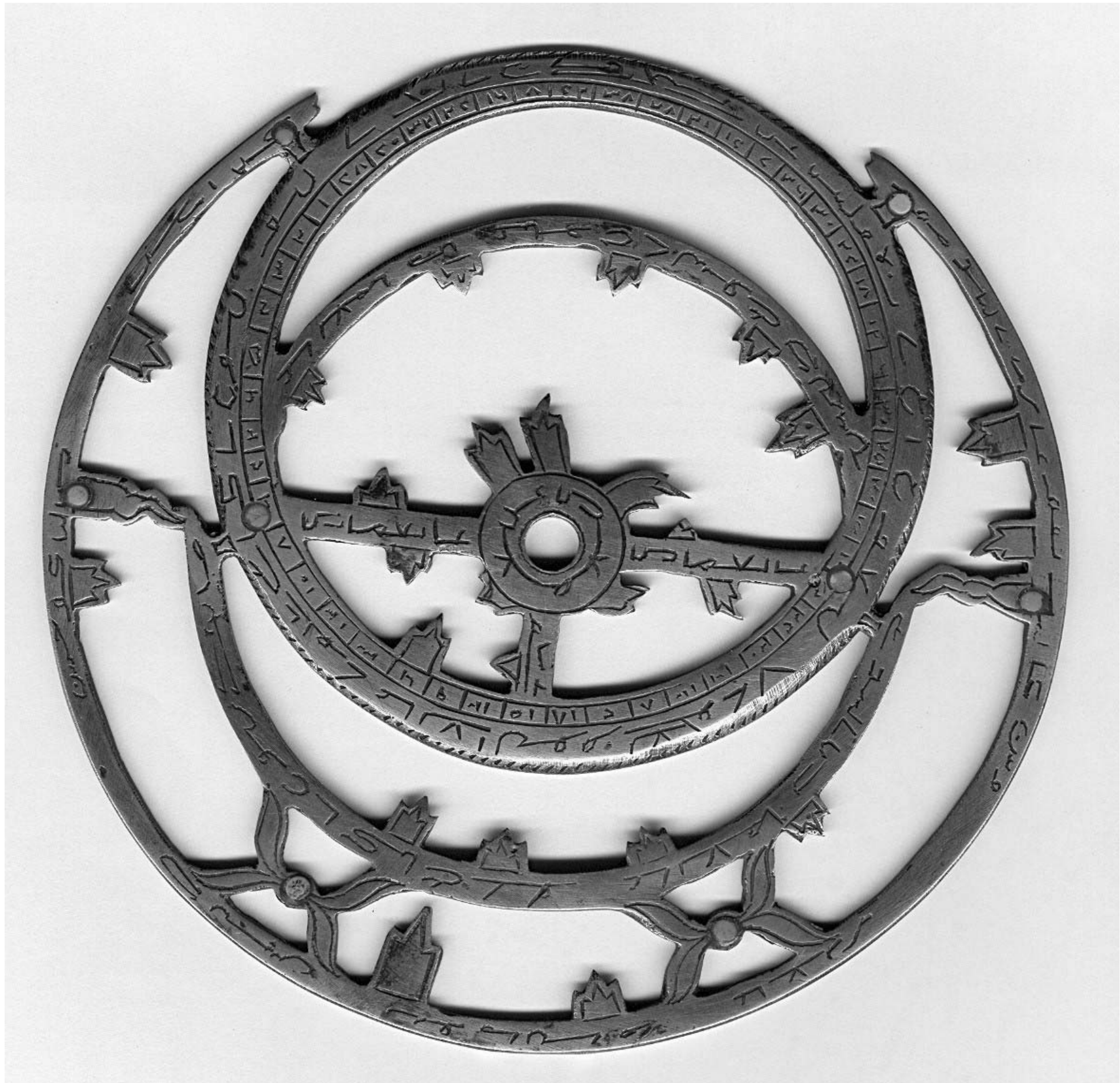


Noch zwei Beispiele zur Konstruktion einer Platte für 45° Nord.

Konstruktion einer Platte für 45° Nord

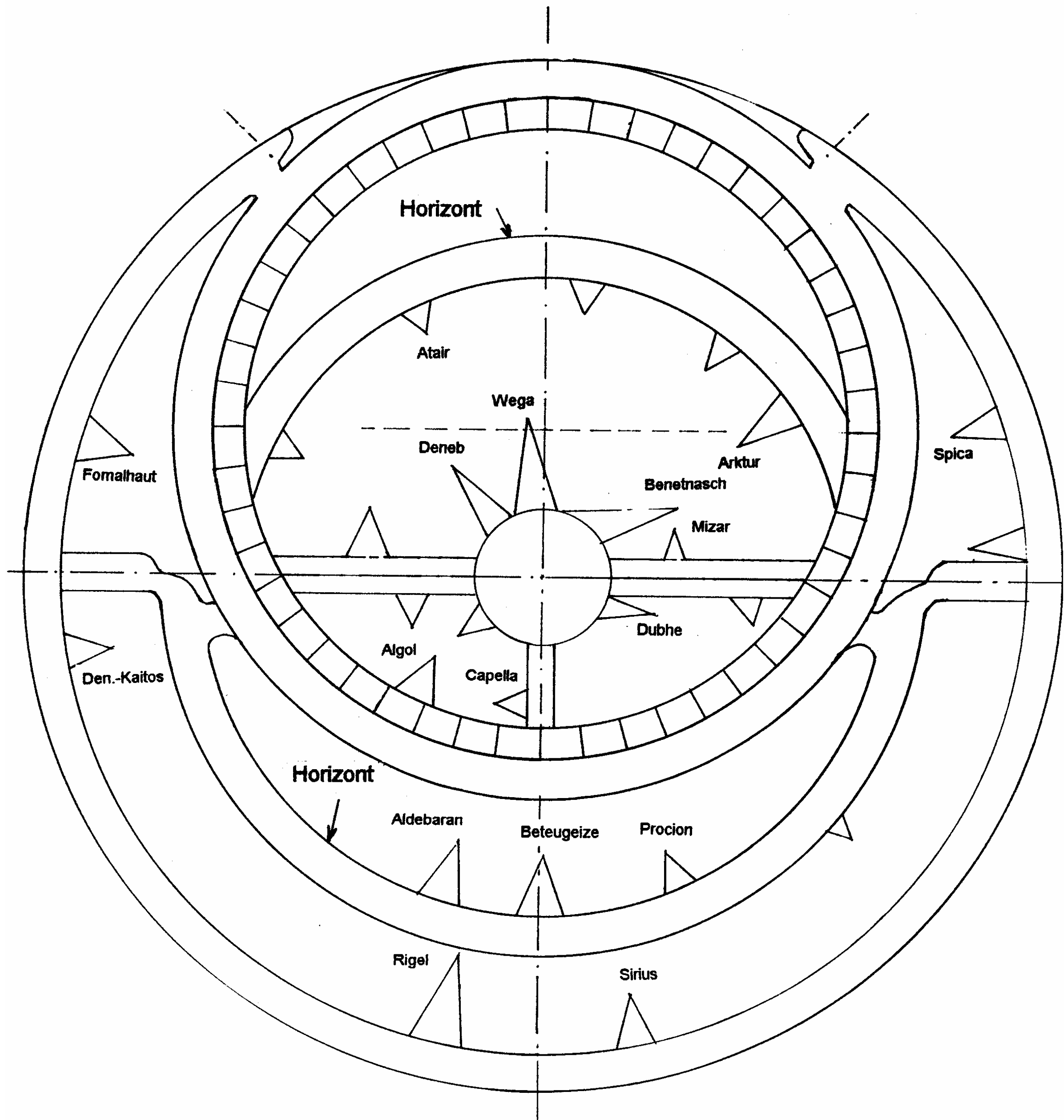



ASTROLABIUM
Konstruktion einer Platte für 45° Nord
H = 86
WK Steinbock
WK Krebs
Horizont
Krebs 57
H = 86
Steinbock 132
Ost-West
Linie

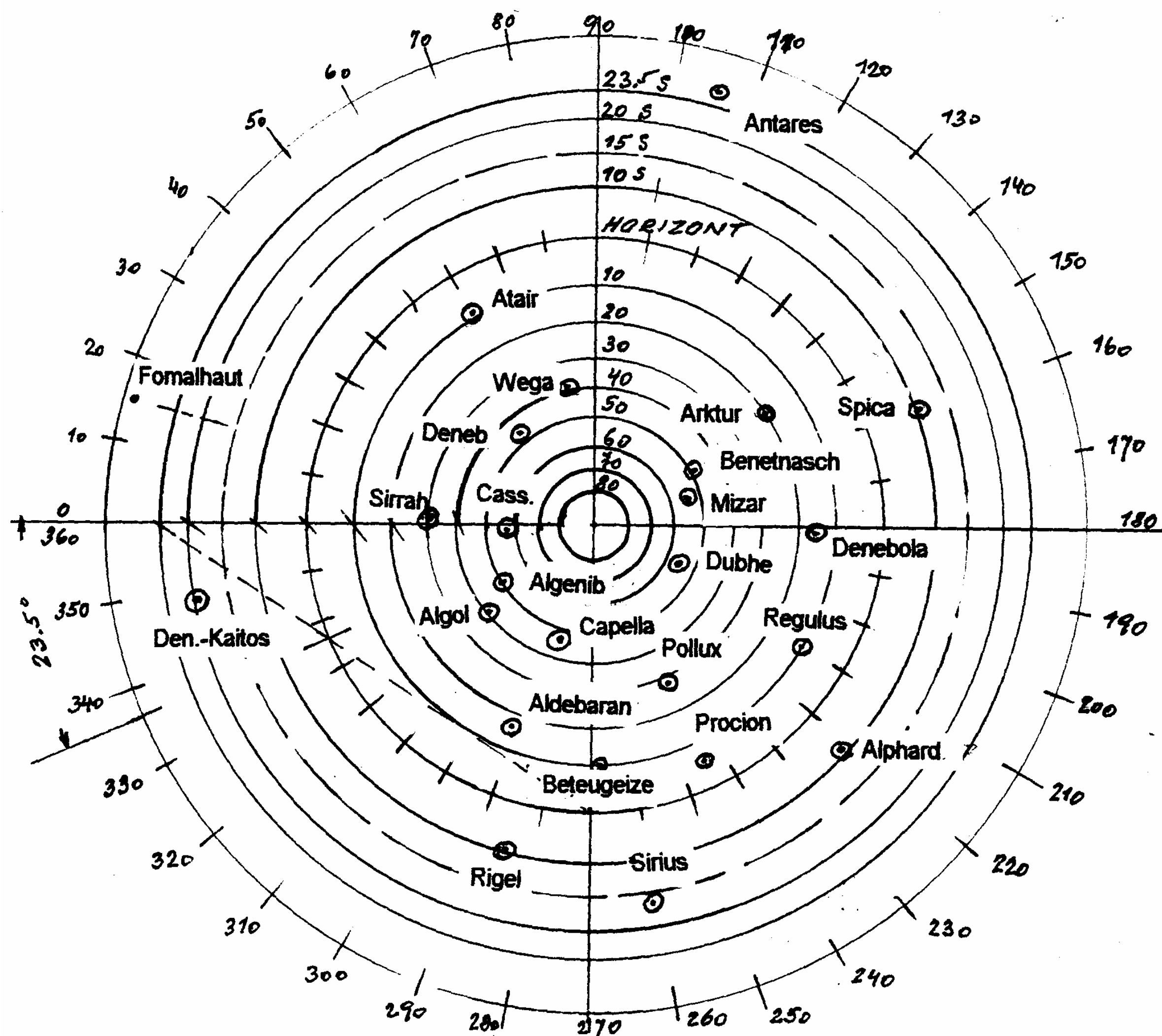


Das NETZ (Rete) enthält neben dem Äquatorkreis und dem unterteilten Ekliptik-Kreis noch 25 Sternzeiger. - Als Verzierung des Netzes sind noch 8 runde Halbedelsteine (Türkis) angebracht.

Eindeutig sind die Sternzeiger zu identifizieren. Leider kann die Beschriftung, wie schon erwähnt, nicht ohne Hilfe eines sachverständigen Schriftkundigen den heutig gebräuchlichen Begriffen zugeordnet werden.


ASTROLABIUM
Konstruktion für RETE und Sternzeiger
Horizont
Atair
Wega
Deneb
Arktur
Benetnasch
Mizar
Spica
Fomalhaut
Dubhe
Algol
Capella
Den.-Kaitos
Horizont
Aldebaran
Beteugeize
Procion
Rigel
Sirius

Die Projektion zur Identifizierung der Gestirne am nördlichen Sternenhimmel

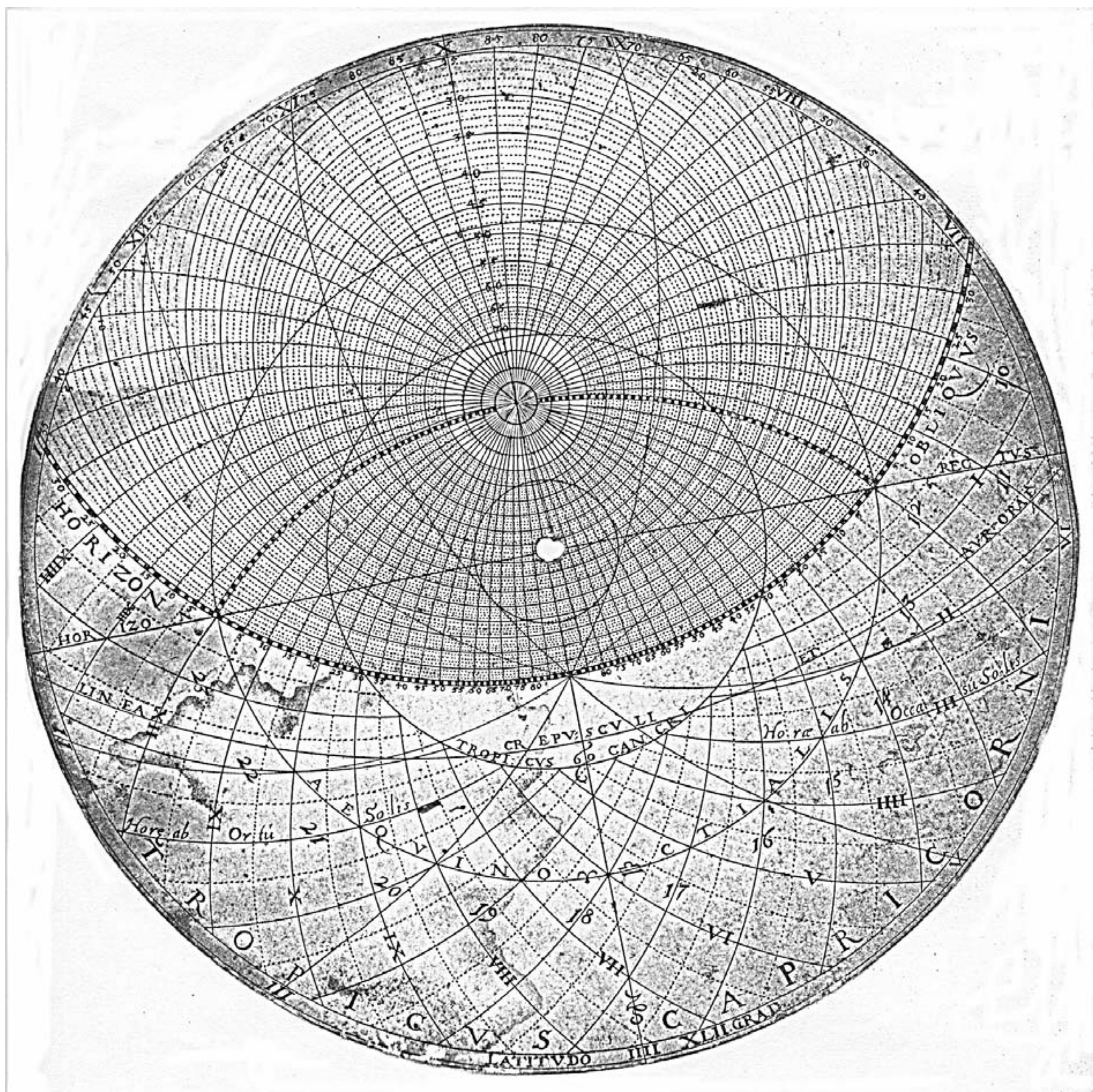


Die nicht mehr vorhandene Visiereinrichtung wurde nach einer Abbildung eines AL aus der Zeit um 1120 AH nachgebaut und ohne Patinierung belassen. Desgleichen wurde die vorhandene Achse (zwecks besserer Passung) neu angefertigt, jedoch ebenfalls nicht patiniert. (Auf Fotos nicht dargestellt).

*

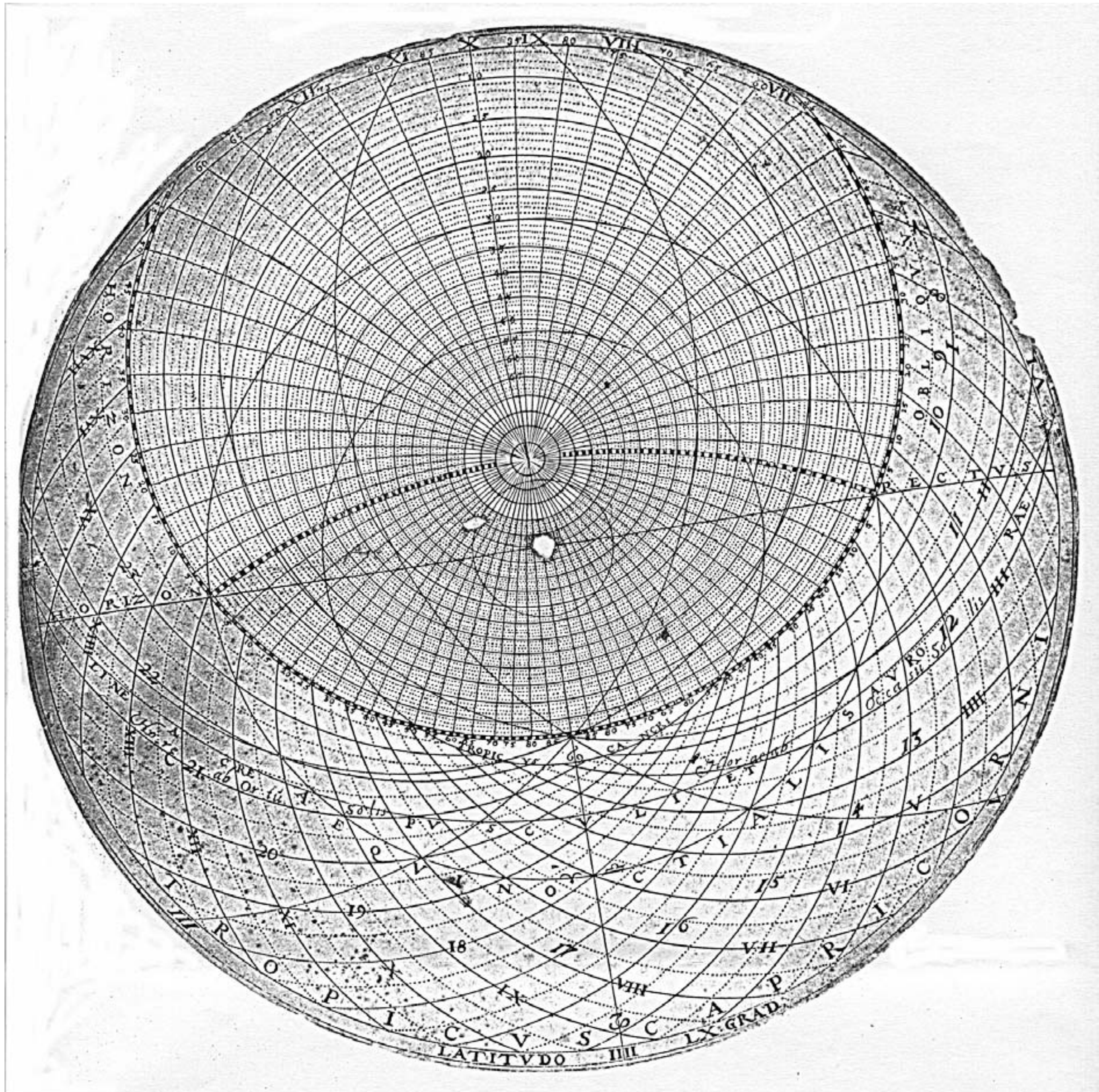
Westliche Astrolab-Platte mit Dezimaler Teilung

Platte für 42° Nord



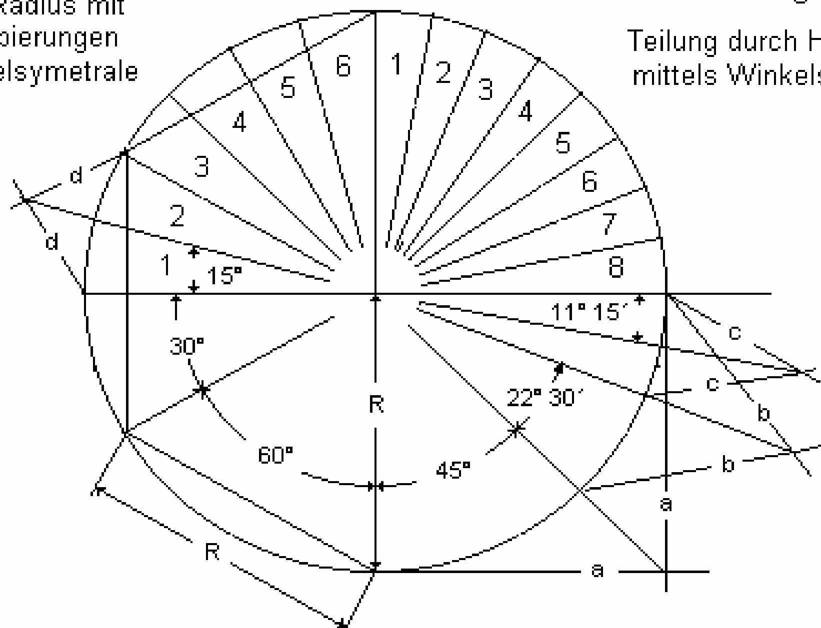
Westliche Astrolab-Platte mit Dezimaler Teilung

Platte für 60° Nord



Es stellt sich nun die Frage, wie die Erbauer früher arabischer Astrolabien zu einer Aufteilung des rechten Winkels in 15 Teile mit je 6 Unterteilungen kamen.

Betrachten wir zuerst die **natürlichen** Teilungs-Systeme.



DAS 2er - TEILUNGS-SYSTEM (Halbierung)

Die einfachste Form einer Fläche ist die mit nur EINER Linie darstellbare Kreisfläche. - Und dazu benötigt man lediglich ein Stück SCHNUR. Will man diese Fläche gleichmäßig aufteilen, ist es vorerst notwendig, sich für ein TEILUNGS-SYSTEM zu entscheiden. - Die Teilung in 2 gleichmäßige Teile stellt kein Problem dar. Jeder Winkel läßt sich durch WINKELSYMMETRALE einfach teilen.

Trägt man auf den beiden Schenkeln eine gleichlange Strecke auf und bringt von diesen beiden Punkten aus 2 ebenfalls gleichlange Schnurlängen zum Verschnitt, ergibt die Verbindung dieses Schnitt-Punktes zum Ausgangspunkt eine Teilungslinie die den Winkel in gleiche Teile aufteilt.

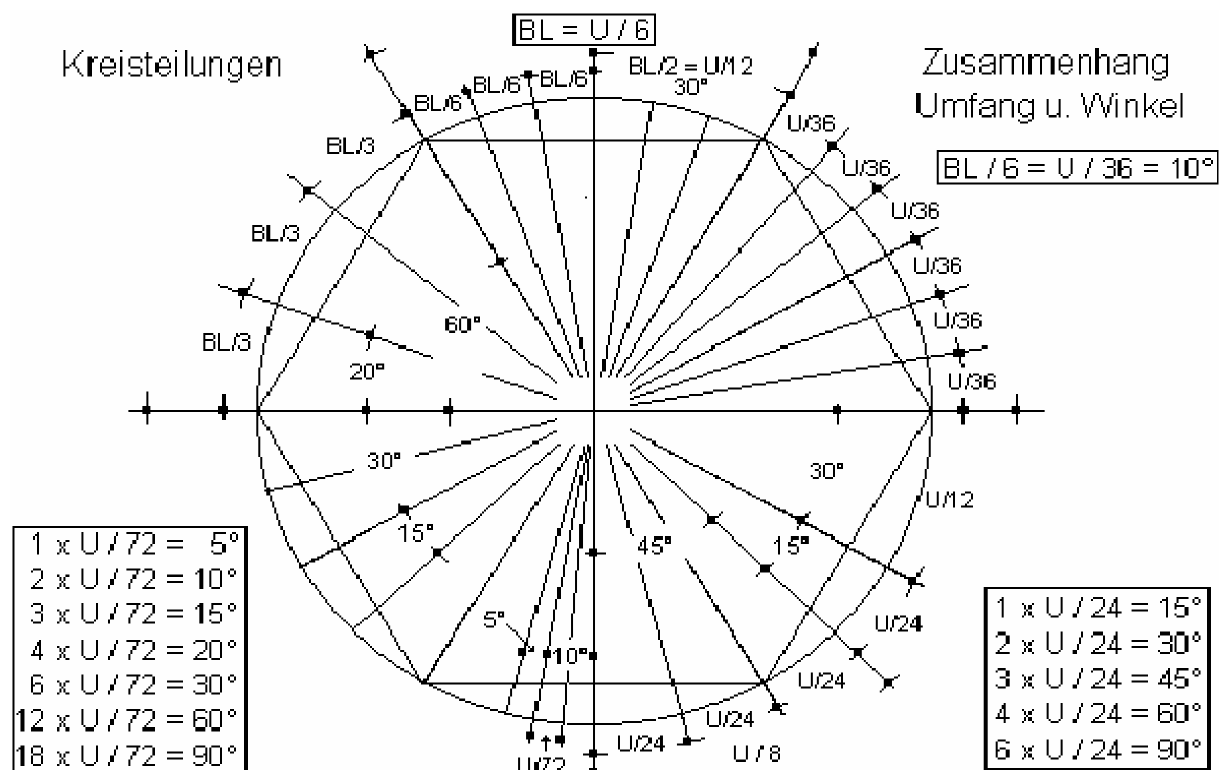
Durch HALBIERUNGEN entstehen (2 - 4 - 8 - 16 - 32 Teile) usw.. - Die Teilung erfolgt also nach einem "2er - SYSTEM".

DAS 3er - TEILUNGS-SYSTEM

Eine weitere einfache Möglichkeit eine Kreisfläche gleichmäßig aufzuteilen ergibt sich, wenn man nach Teilung der (Kreis-) Fläche in 2 Teile von den beiden Schnittpunkten aus die Länge des RADIUS jeweils mit der Kreislinie in Schnitt bringt. Auf diese Weise entstehen 6 GLEICHE Flächen, bzw. Winkel - Also ein 6-er bzw. für den Halbkreis ein 3er SYSTEM (s.Grafik). - Die kleinste gemeinsame Einheit die für BEIDE SYSTEME gilt ist ein 24-stel. Somit für den halben Kreis 12 TEILE (als Beispiel: 12 Std Tag - 12 Std Nacht).

BRUCH (in vorstehendem Sinn) heißt TEILEN. Dies kann auf unkomplizierte Weise durch eines der beiden Teilungs-Systeme oder deren Kombination in der Praxis erfolgen. Notwendig hiezu ist nur die Benennung, nach welchem System geteilt wurde. Als Beispiel: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 ... gehören eindeutig zum 2-er System, - 1/3, 1/6, 1/18, 1/36 ... zum 3-er System.
Zu den Mischformen gehört z.B. : 1/12, 1/24, 1/48, 1/96 usw.

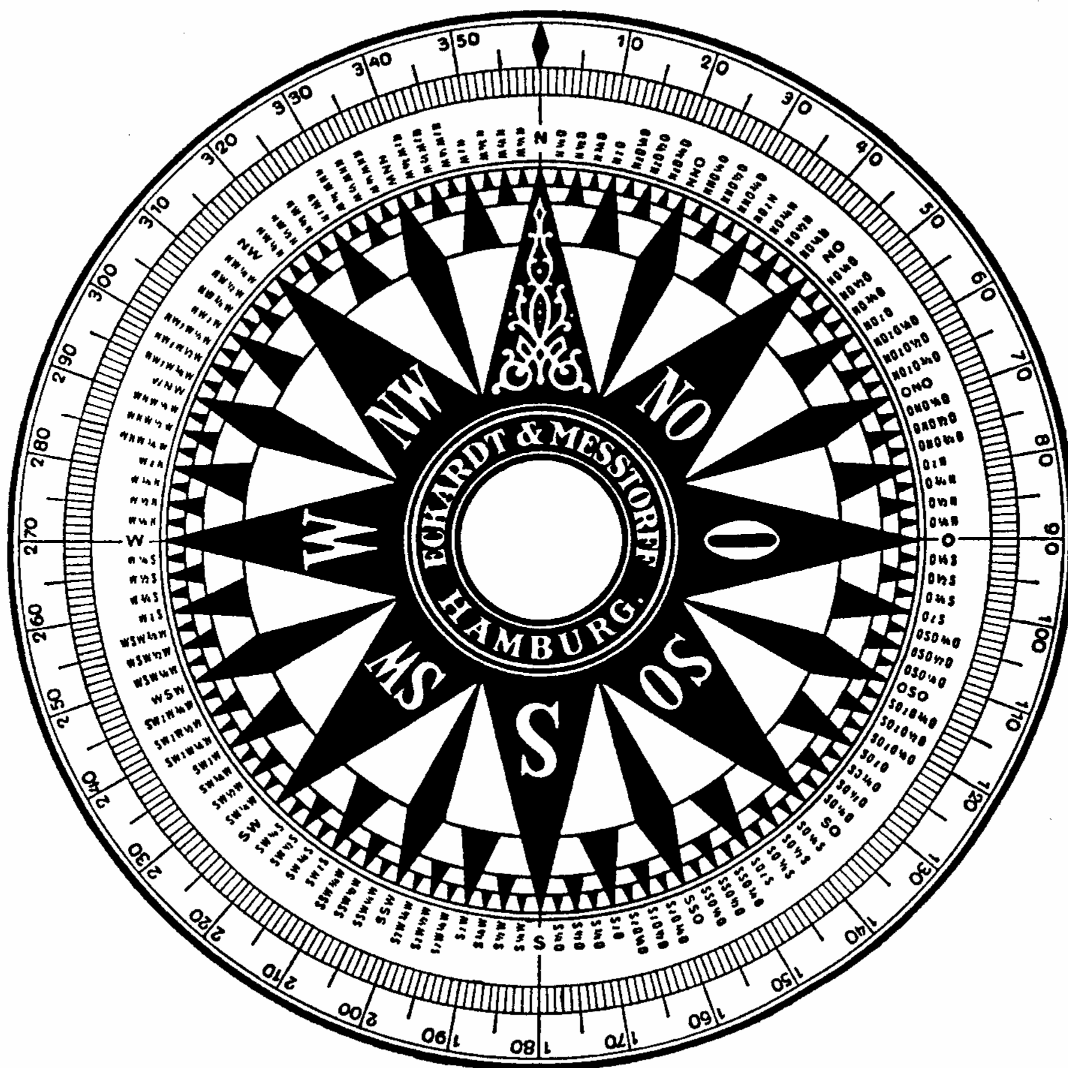
Die Teilung einer Kreisfläche (außerhalb der natürlichen Systeme) z.B. in 5, 7, 10 oder 14 Teile läßt sich auf einfache Weise nur durch die längenmäßige Aufteilung des UMFANGES erreichen.



Wenn ein Schüler heute befragt wird, wieviel Grade ein Vollkreis hat, wird er wahrscheinlich antworten : **360°**, je **60'**, wobei jede Minute in **60** Sekunden unterteilt ist. Ihm wird, vermutlich auch dem Lehrer, nicht bekannt sein, daß seit mehr als 60 Jahren im Vermessungswesen der Vollkreis in **400**^{g} je **100**^{c}, und diese wieder in **100**^{cc} unterteilt wird. Der Vorteil liegt in der Zusammenführung des dezimalen (natürlichen) Zählsystems mit einem dezimalen **Teilungssystem**.

Eine kaum beachtete Mischform wird heute in der Zeitmessung angewandt. Die (**Zeit**-) Stunden Minuten und Sekunden werden nach wie vor nach dem zuvor beschriebenen (Misch-System), jedoch **weitere** Unterteilungen der Sekunden werden im **Dezimalsystem** (Zehntel, Hundertstel und Tausendstel) angegeben.

Umstellungen und der Allgemeingebrauch erstrecken sich oft über Jahrhunderte. So z.B. die Anwendung des Dezimalsystems im englischen Sprachraum, die noch heute weitgehend die „alten" Systeme (Inch, Yard, Mile, usw.) beibehalten haben. Lediglich die **nautische Meile** (rd. 1.852 m) wird allgemein beibehalten.



Die Kompaßrose ist in 32 Striche (360°) eingeteilt. Auf jeden Quadranten der Rose entfallen 8 Striche (90°). Also ist 1 Strich 11° 15' (s. oben). Wenn Sie in Filmen den Befehl : „2 Strich Steuerbord" hören, entspricht dies 22° 30'. In weiterer Folge wurden die ganzen Striche (wieder nach dem 2-er System) weiter unterteilt. Neuere Kompaßrosen enthalten außerdem noch die **360** Grad-Teilung.

In einer 360°-Teilung entspricht **1°** genau **4 Zeitminuten** (24x60=1440Min:360)

Diese auf der „alten" 360°-Teilung basierende, mit der „alten" Zeitmessung im Zusammenhang stehende, weltweit im Verlauf von Jahrhunderten angewandten Methode, wird solange bestehen, bis (evt.?) die Zeitmessung insgesamt auf eine dezimale Zeitrechnung in den Allgemeingebrauch umgestellt werden würde.

Im arabischen Raum wurde (damals) für Kreisteilungen vorwiegend das (schon beschriebene) 3-er bzw. 6-er-System verwendet. Der durch eine ganze Zahl zu teilende kleinste Winkel in diesem System beträgt **5°** (s. Grafik).

Zählsysteme

Diese basieren in der Regel auf die natürliche Anzahl menschlicher Extremitäten (z.B."an den Fingern abzählen" - "Hand und Fuß") und sind, zum Unterschied zu den beiden vorerwähnten, kein natürliches (Kreis-) Teilungssystem.

Frühere Zählmaße wie z.B. 1 Gros = 144 St, 1 Dutzend = 12 St, usw. finden sich nur mehr bei wenigen Branchen im Gebrauch.

Nachstehend sind zum besseren Verständnis eine Anzahl von (teilweise noch HEUTE verwendeten) NICHT-METRISCHEN Längenmaßen aus der Zeit um 1800 n.C. zum Vergleich angeführt.

Deutschland (Preußen)

1 Pr.FUSS = 12 Pr.ZOLL = 0,31385 m
1 Pr.ZOLL = 12 LINIEN = 0,02615 m
1 Pr.LINIE = 0,00218 m

1 Pr.ELLE = 0,66683 m

Alt-Österreich

1 Wr.FUSS = 12 Wr.ZOLL = 0,3156 m
1 Wr.ZOLL = 0,0263 m
1 Wr.FAUST= 4 Wr.ZOLL = 0,1053 m

1 Wr.ELLE = 0,7775 m

Frankreich

1 PIED R. = 12 POUCE = 0,32484 m
1 POUCE = 12 LIGNE = 0,02707 m
1 LIGNE = 0,00226 m

1 AUNE de Paris(Elle) = 1,18845 m

Großbritannien (noch im Gebrauch)

1 FEET = 12 INCH = 0,3048 m
1 INCH = 12 LINES = 0,0254 m
1 LINE = 0,0021 m

1 HAND = 4 INCHES = 0,1016 m

Ein Zusammenhang mit den damals üblichen Gebrauchsmaßen läßt sich z.B. durch die im ägyptischen Museum in KAIRO ausgestellten Maßstäbe erkennen. Diese weisen sowohl die Teilungen nach dem 2-er System (4Teile und weitere Unterteilungen durch jeweilige Halbierung), als auch die Aufteilung der gleichen Strecke in **6 Teile** (also nach einem 3-er bzw. 6-er System) auf.

Zusammenhänge der Teilungsskalen der Normalelle und der Königselle

Kurze (Normal-) Elle = 6 Hand je 4 Teile = 24 Teile Länge der Normalelle = 44,9 cm

6	5	4	3	2	1

Holzelle im Brit. Museum in London (Obj.Nr. 23078) Länge des Stabes = 52,4 cm

6	5	4	3	2	1				

Jeder der aus 6 Unterteilungen bestehende Teil erhielt eine eigene Bezeichnung. Dadurch entstehen für den rechten Winkel **15** (**Zähl**-)Teile, wobei **5 Zählteile** einem Winkel von **30°** entsprechen.(siehe Foto). Folglich gehören diese Teile zu keinem Teilungs-, sondern zu einem **Zählsystem**, ähnlich der bei unseren üblichen Zählungen in Form von Brüchen 1/2, 1/4, 1/8, Dutzend, Gros, usw..

Bei den (frühen) arabischen Astrolabien wurde die Kombination zu einem natürlichen **Zählsystem** (5 Finger=1 Hand) gewählt. In der nachstehenden Grafik ist ein Teil der gleichen Zählzeichen durch Symbole markiert. Achten Sie auch auf die Zählrichtung.



Innenansicht der Mater

Im Gegensatz zu den aus dem indischen Raum stammenden Astrolabien gibt es auch solche, die meist in Syrien gebaut wurden und eine Teilung enthalten, die den Kreis zwar nach dem 3er-System teilen, (6x60°), jedoch **diese** Abschnitte nach dem Mischsystem (12 Teile) und weiter nach dem **Zählsystem** (5 Teile) unterteilen.

Eines dieser syrischen Astrolabien ist in der Sammlung von Greenwich/London mit der Datierung (628 AH) bzw. 1230 n.C. vorhanden. Beachten Sie dabei die sich wiederholenden Zeichen im Bezug zu den 60°-Winkeln, die auf das 12-er Mischsystem hinweisen.



In einer interessanten Broschüre des National Maritime Museum in Greenwich ist die Anwendung eines westlichen Astrolabiums beschrieben.

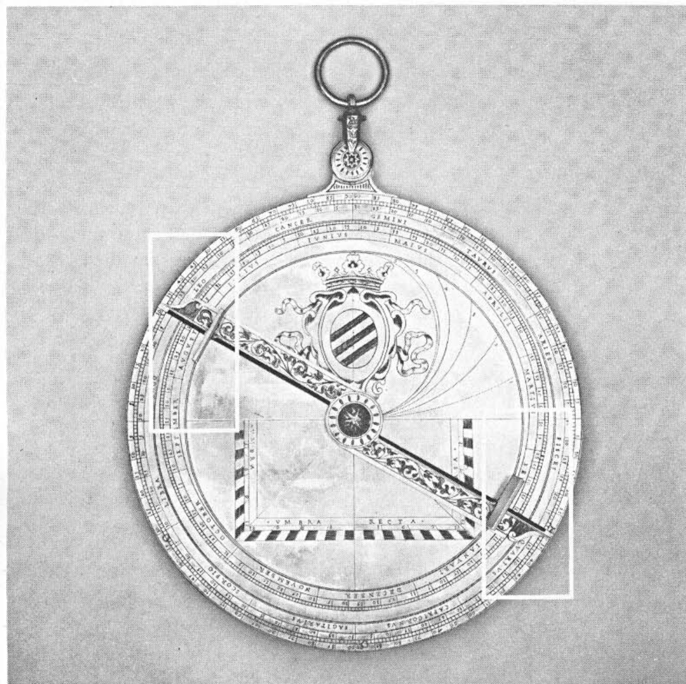


Fig. 19

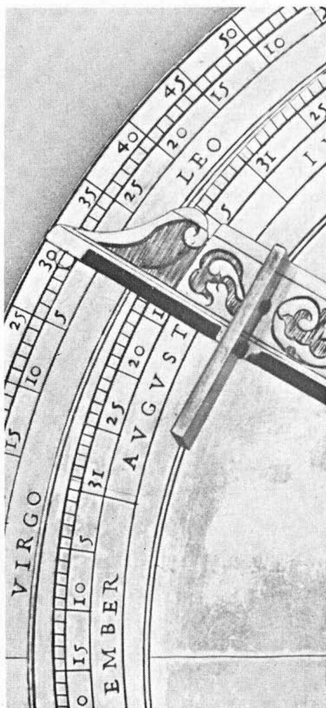


Fig. 20

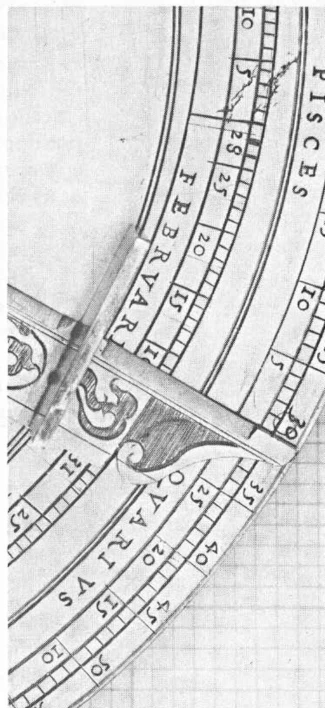


Fig. 21

Astronomical uses

A. To measure the altitude of the Sun (ie. find its almucantar)

1. Hold the astrolabe suspended from the thumb or a finger so that it hangs vertically as in figure 17.
2. Turn the instrument in the vertical plane until it points towards the Sun.
3. Rotate the alidade on the back until the spot of sunlight passing through the pinnule of the upper vane, falls exactly on the pinnule of the lower vane
4. Read off the altitude at the point where the fiducial edges of the alidade cut the degree scale on the back, eg. in figure 19 and its enlargement figure 20 the alidade indicates 30° altitude on the outer (degree) scale.

B. To measure the altitude of a star

The procedure is similar to A above except that the observer looks directly at the star through the pinholes in the sighting vanes, holding the instrument as in figure 18.

C. To set the astrolabe from the Sun

The astrolabe can be set to show the position of the Sun and of certain selected stars of the heavens for any moment of time – past or future – that the user desires, according to the altitude of the Sun or a selected star observed in his latitude on a given day. Thus, for example, to find the position of the heavens on February 9.

1. Remove the horse, rule and rete and insert into the mater the latitude plate appropriate to the latitude of the place of observation (51°), and replace the rete, rule and horse.
2. Reverse the instrument and measure the altitude of the Sun (ie. find its almucantar) – say $10\frac{1}{2}$°.
3. Read off the zodiacal calendar on the back of the instrument the degree of the zodiac corresponding to the date of observation, 9 February = Aquarius 30° (figure 21).

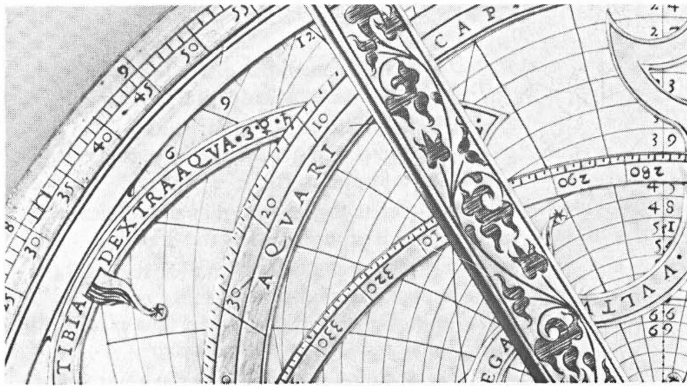


Fig. 22


Fig. 23



Fig. 24

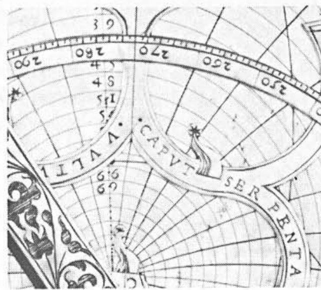


Fig. 25

4. Find on the rete the Sun's position in the ecliptic for the given day by locating Aquarius 30° on its ecliptic scale (figure 22).

5. Rotate the rete until the point on the ecliptic scale corresponding to the Sun's position for the day (Aquarius 30°) lies above the almucantar ($10\frac{1}{2}$°) on the plate corresponding to the measured altitude of the Sun (figure 22). The central line passing through the north point and south point (kursi) on the front of the instrument is a meridian, here representing midday. Thus morning observations will be to the east of this line, afternoon observations to the west.

The astrolabe is now set, thus providing the means to determine the position of the various celestial bodies in the heavens at the moment of time when the Sun was at the altitude observed in that latitude on that particular day of the year (figure 23).

D. To set the astrolabe from the altitude of a star

If a star observation is used to set the astrolabe one or more star altitudes may be observed:

1. Observe as in B and read off the altitude of, say two stars, Ala Pe[gasi] at 24°, Caput Serpenta[rii] at 51°.

2. Reverse the instrument and, assuming the latitude plate corresponding to the latitude of the place of observation is in position, rotate the rete until the tip of the appropriate star point is on the almucantar of its observed altitude, that is, Ala Pe[gasi] at 24° and Caput Serpenta[rii] at 51° (figures 24 and 25).

The astrolabe is now set and likewise now provides the means to determine the position of various celestial bodies in the heavens at the moment of time when these two stars were at these altitudes observed in that latitude on that day of the year (figure 23).

***

Die vorstehende Studie darf für weitere Studien kostenlos kopiert werden. Jede kommerzielle Verwertung bedarf jedoch der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung des Autors.

Alle Rechte beim Verfasser : Ing. Herbert Pitlik - A 1200 Leystrasse 54